

Saber, Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. 17. Nº 2: 110-117. (2005)

ESTUDIO DE LÍPIDOS, PROTEÍNAS Y GLUCÓGENO DE *Crassostrea rhizophorae* PROVENIENTES DE CARONI SWAMP Y LAS LAGUNAS DE CHACOPATA Y LA RESTINGA

A LIPID, PROTEIN, AND GLYCOGEN STUDY OF CRASSOSTREA RHIZOPHORAE FROM THE CARONI SWAMP AND THE LAGOONS OF CHACOPATA AND LA RESTINGA

JAHIRO MILANO, HAYDELBA D'ARMAS Y ARELYS MAZA

Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre. Escuela de Ciencias Departamento de Química, Cumaná, Estado Sucre.

Email: jahromilano@hotmail.com, haydelba@sucre.udo.edu.ve.

RESUMEN

Se evaluó de manera comparativa el contenido de lípidos, proteínas y glucógeno de la ostra de mangle *Crassostrea rhizophorae* colectada en Caroni Swamp las Lagunas de Chacopata y La Restinga durante agosto de 2001. El RMN de C-13 señaló como lípidos predominantes a los fosfolípidos, triacilglicerol y colesterol en las muestras. Las ostras de la Laguna de Chacopata mostraron máximos contenidos de lípidos totales ($7,55 \pm 1,3\%$), proteínas ($41,36 \pm 2,2$ mg) y glucógeno ($2,14 \pm 0,04$ mg) y mínimas concentraciones de colesterol asociado a las LDL ($0,047 \pm 0,022$ mg/dl). Sin embargo, las de Caroni Swamp y La Restinga presentaron valores mínimos de proteínas ($12,74 \pm 1,8$ - $15,98 \pm 1,3$ mg), glucógeno ($0,35 \pm 0,04$ - $0,40 \pm 0,02$ mg) y lípidos totales ($3,69 \pm 0,09$ - $2,71 \pm 0,01\%$); y máximos de colesterol asociado a las LDL ($0,277 \pm 0,026$ - $0,169 \pm 0,032$ mg/dl).

Palabras clave: *Crassostrea rhizophorae*, lípidos, proteínas, glucógeno, RMN-¹³C

ABSTRACT

A comparative study was undertaken to study the lipids, proteins, and glycogen of the mangrove oyster *Crassostrea rhizophorae* collected in the Caroni Swamp and in the lagoons of Chacopata and La Restinga during August 2001. ¹³C-NMR spectra revealed phospholipids, triglycerol, and cholesterol as the prevailing lipids in the samples. The Chacopata Lagoon oysters showed a maximum content of total lipids ($7.55 \pm 1.3\%$), proteins (41.36 ± 2.2 mg), and glycogen (2.14 ± 0.04 mg) and minimum concentrations of LDL cholesterol (0.047 ± 0.022 mg/dl). The Caroni Swamp and La Restinga oysters, however, showed minimum values for proteins (12.74 ± 1.8 - 15.98 ± 1.3 mg), glycogen (0.35 ± 0.04 - 0.40 ± 0.02 mg), and total lipids (3.69 ± 0.09 - $2.71 \pm 0.01\%$); and maximum values of LDL cholesterol (0.277 ± 0.026 - 0.169 ± 0.032 mg/dl).

Key words: *Crassostrea rhizophorae*, lipids, proteins, glycogen, ¹³C-NMR

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las enfermedades cardiovasculares y cerebro-vasculares constituyen la primera causa de muerte en Venezuela, siendo la cardiopatía isquémica aterosclerótica la más frecuente entre ellas, la cual está estrechamente ligada con el hábito dietético adquirido (Carmena, 1986; Cardona y Soltero, 1987). Por lo tanto, Gómez *et al.* (1977) han puesto de manifiesto la relación existente entre los síntomas o signos de enfermedades cardiovasculares nutricionales y metabólicas, donde los lípidos y la práctica de dietas ricas en glucosa y proteínas juegan un papel muy importante en el contenido energético del ser humano.

La formación las lipoproteínas juega un rol muy importante en la salud del hombre, ya que las anomalías en estos procesos son un factor decisivo en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (Devlin, 1991). Las lipoproteínas de baja densidad (LDL), son las que poseen el contenido más alto de colesterol y son las responsables del colesterol depositado en la pared arterial, por lo tanto la participación de las LDL constituye un factor siempre presente en los procesos de aterogénesis, y son las precursoras de las enfermedades coronarias prematuras (Abbey *et al.*, 1990; Roberts, 1992).

Puesto que la salud y crecimiento corporal de los individuos están relacionados con los factores

ambientales, nutricionales y metabólicos que cada uno de ellos presentan, donde los contenidos energéticos como los lípidos, las proteínas y el glucógeno, tienen una gran importancia para los seres humanos, constituyéndose en reserva energética y química para el hombre, y donde el conocimiento de la distribución de las proteínas, carbohidratos y lípidos en el tejido de una especie potencialmente cultivable, podría orientar al individuo a un intento en definir las riquezas energéticas en la *C. rhizophorae* o concentrar a la pesquería comercial hacia el comercio de esta especie.

En Venezuela hasta el presente no se ha estudiado de manera comparativa la composición química de la ostra de mangle en diversas lagunas; de allí que se evaluó el contenido lipídico, proteico y de glucógeno en la *Crassostrea rhizophorae* provenientes de la Laguna de Chacopata, La Restinga y Caroni Swamp resultando interesante dicho estudio, ya que el mismo permitió comparar los niveles energéticos y químicos de este bivalvo en estas áreas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Las ostras de mangles fueron recolectadas en las lagunas de Chacopata, y La Restinga (Venezuela) y Caroni Swamp (Trinidad) durante el mes de agosto de 2001. A las muestras de cada una de esas zonas, se le extrajo el organismo completo, se limpió, se lavó con agua desionizada para eliminar la mayor cantidad de sales, iones y fitoplancton presentes y se congeló a -5°C para su posterior análisis en el laboratorio.

Extracción de los lípidos totales

La extracción de los lípidos en el organismo en estudio, se llevó a cabo utilizando porciones de 1 g del material triturado en 20 ml de una mezcla CHCl_3 : CH_3OH (2:1) como solvente para cada muestra (Overturf y Dryer, 1967). El tejido con la mezcla de solventes se sometió a agitación continua por una hora, se filtró y el residuo fue extraído nuevamente, utilizando el mismo procedimiento para garantizar una extracción eficaz y completa de los lípidos.

A el filtrado contentivo de los lípidos se le agregó una solución saturada de cloruro de sodio (NaCl). Se agitó y se guardó bajo refrigeración. Se le agregó a la capa orgánica Na_2SO_4 anhidro como absorbente del agua y se evaporó la mayor cantidad de mezcla de solventes en

un rotaevaporador; luego a la fracción lipídica obtenida se le burbujeó nitrógeno gaseoso y se refrigeró. Se determinó por método gravimétrico el porcentaje de lípidos totales presentes en las muestras de las diferentes áreas de estudio.

Caracterización de los lípidos utilizando la técnica de RMN de C-13

La técnica de RMN de C-13 se utilizó para la identificación de los lípidos. Para ello, las muestras, sin tratamiento previo, se colocaron en tubos de resonancia de 10 mm de diámetro con cloroformo deuterado y una pequeña cantidad de tetrametilsilano (TMS), que sirvió como referencia interna. Los espectros se obtuvieron a 25,0 MHz con un espectrómetro Bruker WP-100, operando con técnicas de pulso y transformada de Fourier. En todos los espectros, se eliminaron los acoplamientos carbono-hidrógeno y el número de pulsos acumulados fue de 1400, con un intervalo de 1,2 segundos entre dos pulsos sucesivos de 90°. El ancho de barrido fue de 5000 Hz para una memoria de 8 K. Los desplazamientos químicos se reportan en ppm con relación al estándar interno de tetrametilsilano (TMS).

Determinación cuantitativa de proteínas totales

Se tomó un gramo del tejido macerado y se homogenizó en frío con 9 ml de hidróxido de sodio 0,1 mol.l⁻¹, se centrifugó a 3000 r.p.m durante 15 minutos y se transfirió el sobrenadante a otro tubo de ensayo. Las proteínas totales se determinaron por el método de Biuret Alemanys *et al.*, (1982), el cual se basó en tomar 0,6 ml del sobrenadante, se le agregó reactivo de Biuret (0,75 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 300 g de $\text{NaKC}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 200 ml de agua destilada enrasado con NaOH 10% m/V) y agua destilada e inmediatamente se dejó calentar en baño de María a 35°C por espacio de 10 minutos, luego, se leyó la absorbancia de la muestra en un Spectronic 21, marca Milton Roy Company a 540 nm. La concentración fue calculada a partir de una curva de calibración de albúmina de suero bovino (BSA: 10 mg/ml).

Determinación cuantitativa de glucógeno

La extracción de glucógeno se realizó mediante el método de Hassid y Abrahan (1957). Se colocó 1 g del tejido de la ostra en un tubo de ensayo conteniendo 2 ml KOH 30%, seguido por una incubación en un baño de María por espacio de 30 minutos. La cuantificación de glucógeno se llevó a cabo a través de la reacción con la antrona (Winmer *et al.* 1970). Se tomó 0,1 ml de

la solución de glucógeno, se le agregó agua destilada y 4 ml de reactivo de antrona (0,2% en H_2SO_4) e, inmediatamente, se sometió a ebullición en un baño de María por espacio de 15 minutos. Se enfrió y se leyó la absorbancia espectrofotométricamente a 620 nm. La concentración fue calculada a partir de una curva de calibración de glucosa (0,1 mg/ml).

Determinación de colesterol asociado a las LDL

Para la separación de las lipoproteínas presentes en las muestras, se utilizó el método de Noble (1968), el cual consiste en el fraccionamiento de las lipoproteínas mediante electroforesis en gel de agarosa. La cuantificación del colesterol en las lipoproteínas de baja densidad (LDL) se realizó por un método colorimétrico que permitió determinar el colesterol asociado a estas lipoproteínas mediante la reacción de Bowman y Wolf (1962).

El fraccionamiento de las diferentes lipoproteínas en las muestras de estudio se realizó utilizando gel de agarosa. Una vez separadas las diferentes lipoproteínas (HDL, LDL, VLDL y quilomicrones), se identificaron las LDL por comparación con el patrón de LDL. Las lipoproteínas de baja densidad (LDL) separadas por fraccionamiento fueron cuantificadas por colorimetría en un Spectronic 20, marca Génesis a una longitud de onda de 550 nm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación cuantitativa de lípidos totales

En la Tabla 1, se observa que la mayor concentración de lípidos la poseen las ostras provenientes de la Laguna de Chacopata con un valor de $7,55 \pm 1,3\%$. El análisis de varianza realizado, indicó diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) en el contenido lipídico de las muestras de las diferentes áreas de estudio, lo cual se constató a través de la prueba a posteriori (LSD), que mostró la formación de tres grupos homogéneos de tres sistemas estuarinos: Laguna de Chacopata ($7,55 \pm 1,3\%$), Caroni Swamp ($3,69 \pm 0,09\%$) y La Restinga ($2,71 \pm 0,01\%$).

Los resultados de lípidos totales obtenidos en esta investigación indican el elevado potencial energético que poseen las ostras de la Laguna de Chacopata durante el mes de agosto del 2001, en comparación con las de La Restinga y Caroni Swamp. Las diferencias en el contenido lipídico de las muestras pudo deberse

a cambios bruscos en las condiciones ambientales de cada una de las áreas en estudio o a la mayor o menor disponibilidad de alimentos en las diferentes lagunas. De allí, que las ostras de la Laguna de Chacopata pudieron haber tenido una mayor actividad en sus funciones alimenticias, aprovechando mejor el aporte ofrecido por el plancton y sales nutritivas o tuvieron una mayor capacidad de ajustar su metabolismo a las condiciones imperantes de la zona (altas temperaturas, vientos fuertes, elevada salinidad, entre otros).

Tabla 1. Porcentajes de lípidos totales de *C. rhizophorae* proveniente de las diferentes zonas en estudio, media (\bar{X}), desviación estándar (S), error estándar (Sx) y grupo homogéneo (GH)

Muestras	Réplicas	\bar{X}	S	Sx	G. homogéneo (GH)
	% lípidos				
	6,22				
Chacopata	8,79	7,55	1,29	0,43	X
	7,65				
	2,70				
La Restinga	2,71	2,71	0,01	0,43	X
	2,72				
	3,60				
Caroni Swamp	3,78	3,69	0,09	0,43	X
	3,68				

Identificación de los lípidos por la técnica de RMN de C-13

Para la identificación de los diferentes lípidos en las muestras en estudio se dispuso de los desplazamientos químicos para ésteres de los ácidos grasos reportados en estudios previos por Ramírez (1985) y D'Armas (1993), ver Tabla 2.

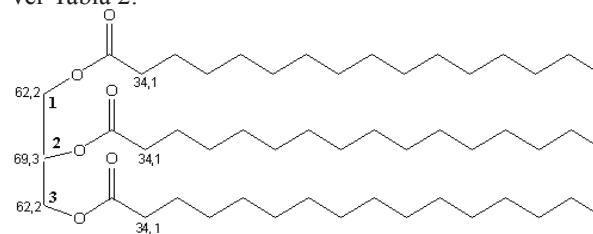


Figura 1. Algunos desplazamientos químicos de RMN-13C en la molécula de triacilglicerol.

Los espectros de RMN de C-13 mostraron una señal a δ_c 14,1 ppm que pertenece a los metilos terminales de los ácidos grasos constituyentes del triacilglicerol (Figura 1). A δ_c 27,3 ppm, se encontró una señal perteneciente a los metilenos vecinos a dobles enlaces; esta señal fue más intensa que la de δ_c 25,7 ppm, ya que los ácidos

Tabla 2. Desplazamientos químicos de RMN de C-13 en el extracto lipídico de *C. rhizophorae* proveniente de la Laguna de Chacopata, La Restinga y Caroni Swamp.

Señal	Muestra de Chacopata (δ_c) ^a	Muestra de La Restinga (δ_c) ^a	Muestra de Caroni Swamp (δ_c) ^a	Asignaciones ^b
1	11,8	11,9	11,9	-CH ₃ , C-18 en colesterol
2	14,2	14,1	14,1	-CH ₃ , metilos terminales en cadena de ésteres de ácidos grasos
3	18,7	18,7	18,7	-CH ₃ , C-21 en colesterol
4	19,4	19,4	19,4	-CH ₃ , C-19 en colesterol
5	25,7	25,6	25,6	-CH ₂ , metileno vecino entre dos dobles enlace en ácidos grasos insaturados
6	26,5	26,5	26,5	
7	27,3	27,2	27,2	-CH ₂ , metileno vecino a un doble enlace en ácidos grasos insaturados
8	28,1	28,3	28, 2	
9	34,1	34,2	34,2	-CH ₂ COO-, metileno vecino al grupo carboxílico en ésteres de ácidos grasos
10	39,8	39,8	39,8	C- 24 en colesterol
11	42,2	42,3	42,3	C-4 y C- 13 en colesterol
12	54,4	54,3	54,4	⁺ N(CH ₃) ₃ , metilenos en la lecitina
13	55,9	55,9	55,9	-CH ₂ -O-, metileno en cadena de lecitina
14	62,2	62,2	62,2	-CH ₂ -O -, C-1 y C-3 del glicerol en triacilglicerol
15	63,0	63,0	63,0	C-1 del glicerol en fosfolípidos
16	66,4	66,4	66,3	-CH ₂ - ⁺ N(CH ₃) ₃ , metileno en cadena de lecitina
17	69,3	69,2	69,3	-CH-O-, C-2 del glicerol en los triacilglicerol
18	70,4	70,3	70,4	-CH-O-, C-2 del glicerol en fosfolípidos
19	71,9	71,7	71,8	-CH-O-, C-3 en colesterol
20	121,8	121,7	121,7	C-6 en colesterol
21	140,7	140,7	140,7	C-5 en colesterol
22	179,5	179,0	179,2	-COO-, carbonos carboxílicos en ácidos grasos
23	180,0	180,0	179,9	

a: Espectros realizados a 25 MHz en solución de CDCl₃. Los desplazamientos químicos están expresados en ppm en relación al TMS.

b: Asignaciones realizadas según valores reportados por Ramírez (1985) y D'Armas (1993).

NI: Asignaciones no identificadas.

grasos insaturados constituyentes del triacilglicerol tenían una o dos insaturaciones; mientras que cuando el número de dobles enlaces es superior a dos se observa más intensa la señal a δ_c 25,7 ppm, debido a que una mayor cantidad de carbonos metilénicos mostraron ese desplazamiento (D'Armas, 1993). Otras señales características del triacilglicerol son las de δ_c 34,1 ppm, δ_c 62,2 ppm y δ_c 69,3 ppm, correspondientes al metileno vecino al grupo carboxilo del éster, los C-1 y C-3, y el C-2, respectivamente.

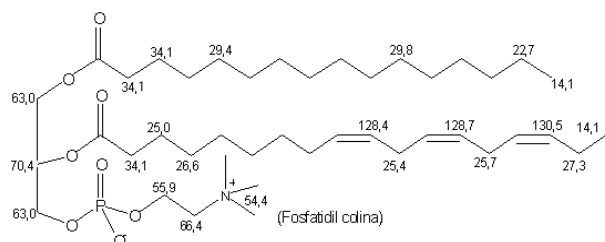


Figura 2. Algunos desplazamientos químicos de RMN-13C en la molécula de fosfolípido

La señal a δ_c 54,4 ppm se asignó a los tres grupos metilos sobre el nitrógeno del grupo colina. La fosfatidilcolina o lecitina es el fosfolípido (Figura 2) más abundante en los tejidos animales. Las señales a δ_c 55,9 y δ_c 66,4 ppm, correspondieron a los metilenos enlazados al oxígeno y nitrógeno respectivamente.

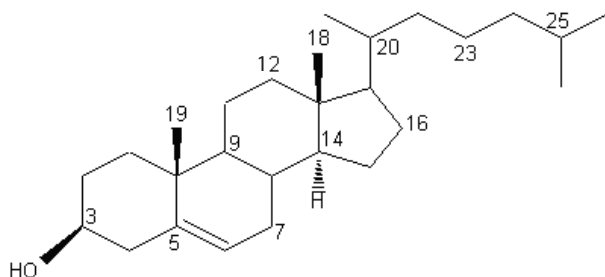


Figura 3. Estructura de la molécula de colesterol, indicando los carbonos de la misma.

El extracto lipídico de las muestras en estudio, además de presentar señales correspondientes a los triacilglicerol y fosfolípidos, reseñó un conjunto de desplazamientos químicos asignables al colesterol. La molécula de colesterol posee un total de 27 carbonos, los cuales se pueden apreciar en la Figura 3. En los espectros RMN de C-13 de las muestras en estudio, se pudo observar claramente algunas señales de los carbonos de este lípido: las que aparecieron a δ_c 11,9 ppm y que corresponden al C-18, la señal a δ_c 71,8 ppm correspondiente al C-3 o sea, el carbono al cual está unido directamente el grupo hidroxilo, las señales

a δ_c 36,1 y δ_c 39,8 ppm asignadas a los C-22 y C-24, respectivamente, la señal a δ_c 42,3 ppm característica de los C-4 y C-13 y las señales que están a δ_c 121,7 y δ_c 140,7 ppm pertenecientes a los carbonos olefinicos 6 y 5, respectivamente. Los espectros de RMN de C-13 de los extractos lipídicos de *C. rhizophorae*, indican que dicha especie está básicamente constituida de fosfolípidos, específicamente lecitina, triacilglicerol y colesterol.

Determinación de colesterol asociado a las lipoproteínas de baja densidad (LDL)

El colesterol asociado a las LDL (Tabla 3), mostró valores máximos de colesterol en las muestras de la Laguna de Caroni Swamp ($0,277 \pm 0,026$ mg/dl), valores intermedios en las ostras de La Restinga ($0,169 \pm 0,032$ mg/dl) y valores mínimos ($0,047 \pm 0,022$ mg/dl) en las procedentes de la Laguna de Chacopata. El análisis de varianza realizado indicó diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) en el contenido de colesterol asociado a las LDL, lo cual se constató a través de la prueba a posteriori (LSD) (Tabla 3), que mostró la formación de tres grupos diferentes de ostras correspondientes a las tres lagunas

Tabla 3. Valores promedios (\bar{X}), desviaciones estándar (S), error estándar (Sx) y grupo homogéneo (GH) del contenido de colesterol asociado a las LDL (mg/dl de suero) de *C. rhizophorae* proveniente de las diferentes lagunas.

Muestras	Réplicas (mg col./dl)	\bar{X}	S	Sx	G. homogéneo (GH)
	0,071				
Chacopata	0,043	0,047	0,022	0,016	X
	0,028				
	0,156				
La Restinga	0,151	0,169	0,032	0,016	X
	0,199				
	0,288				
Caroni Swamp	0,303	0,277	0,026	0,016	X
	0,241				

col.= colesterol

Por otra parte, la elevada concentración de colesterol asociado a las LDL en las muestras provenientes de la Lagunas de Caroni Swamp y La Restinga pudo deberse a la capacidad que tenía la especie para sintetizar colesterol a partir de carbohidratos y ácidos grasos saturados. Los valores de colesterol asociado a las LDL obtenidos en este trabajo de investigación son bajos, lo cual pudiera indicar que el consumo de la especie no ocasionará consecuencias graves en el desarrollo de

lesiones ateroscleróticas y trombosis en el organismo humano, tal como lo reporta Carmena (1986) en estudios realizados con otras especies marinas.

Análisis de proteínas totales

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos en las concentraciones de proteínas (mg/g de muestra) de *C. rhizophorae* provenientes de las diferentes zonas de muestreo. Se observa que la mayor concentración de proteínas la poseen las ostras provenientes de la Laguna de Chacopata con un valor de $41,36 \pm 2,2$ mg de proteínas.

Tabla 4. Valores promedios (\bar{X}), desviaciones estándar (S), error estándar (SX) y grupo homogéneo (GH) del contenido de proteínas (mg/g de muestra) de *C. rhizophorae* provenientes de las diferentes lagunas.

Muestras	Réplicas (mg proteínas)	\bar{X}	S	Sx	G. homogéneo (GH)
Chacopata	38,82	41,36	2,21	1,03	X
	42,45				
	42,81				
	16,39				
La Restinga	16,98	15,98	1,25	1,03	X_a
	14,58				
	14,73				
	11,26				
Caroni Swamp	12,24	12,74	1,79	1,03	X_a

La prueba a posteriori (LSD) (Tabla 4), que indicó la formación de dos grupos homogéneos, uno formado por las ostras provenientes de la Laguna de Chacopata (X_a) ($41,36 \pm 2,2$ mg de proteínas) y otro que agrupó a las de la Laguna de La Restinga y Caroni Swamp X_a , con concentraciones de proteínas de $15,98 \pm 1,3$ y $12,74 \pm 1,8$ mg, respectivamente. La elevada concentración de proteínas en *C. rhizophorae* de la Laguna de Chacopata puede estar relacionada con la ingesta de alimento por parte de la especie para el momento de su captura o por cambios ambientales (diferencias de pH, salinidad y temperatura) en las diferentes áreas de estudio, debido a la presencia de lluvias en dichas zonas; así como lo reportan Bioseat *et al.* (1999), donde indica que la composición química (proteínica) de los organismos puede ser alterada considerablemente por la composición química de su alimento y ésta, a su vez, por las condiciones ambientales del medio en que viven.

Otro factor que pudo influir en que las muestras provenientes de la Laguna de Chacopata presentaran

mayor concentración de proteínas es que la actividad gonadal de la especie en ese mes de recolección haya sido mayor que en las otras muestras de estudio. Además es posible la existencia de cambios en la síntesis de proteínas en las muestras procedentes de las Laguna de La Restinga y Caroni Swamp y cambios en el aporte de sustratos por parte de los órganos reproductivos para la formación de futuras generaciones, conllevando a una disminución en las concentraciones de proteínas de dichas muestras.

Análisis de glucógeno

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos en las concentraciones de glucógeno (mg/g de muestra) de *C. rhizophorae* provenientes de las diferentes zonas de muestreo. Se observa que la mayor concentración de glucógeno la poseen las ostras provenientes de la Laguna de Chacopata con un valor de $2,14 \pm 0,04$ mg de glucógeno.

Tabla 5. Valores promedios (\bar{X}), desviaciones estándar (S), error estándar (SX) y grupo homogéneo (GH) del contenido de glucógeno (mg/g de muestra) de *C. rhizophorae* proveniente de las diferentes lagunas.

Muestras	Réplicas (mg gluc.)	\bar{X}	S	Sx	G. homogéneo (GH)
Chacopata	2,10	2,14	0,04	0,02	X
	2,18				
	2,13				
	0,45				
La Restinga	0,39	0,40	0,02	0,02	X_a
	0,37				
	0,36				
	0,33				
Caroni Swamp	0,36	0,35	0,04	0,02	X_a

gluc.= glucógeno

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) en el contenido de glucógeno en las ostras de las diferentes áreas de estudio; lo cual se constató a través de la prueba a posteriori (LSD) (Tabla 5), que mostró la formación de dos grupos homogéneos de *C. rhizophorae* de diferentes sistemas de manglares: Laguna de Chacopata X_a ($2,14 \pm 0,04$ mg de glucógeno) y Lagunas de La Restinga y Caroni Swamp X_a , con concentraciones de glucógeno de $0,40 \pm 0,02$ y $0,35 \pm 0,04$ mg, respectivamente. Estos resultados indican que las ostras de la Laguna de Chacopata presentan buenas condiciones en ese tiempo, debido a su alto porcentaje de glucógeno, el cual pudo deberse a un desarrollo gonadal mayor de la especie en ese mes, producto de la

excesiva ingesta de alimento y de los cambios bruscos de temperatura en el ambiente lagunar (Walne, 1970).

CONCLUSIONES

Los espectros de RMN de C-13, mostraron señales pertenecientes a los fosfolípidos, triacilglicérols y colesterol, lo cual indica la riqueza lipídica presentada por las ostras estudiadas.

Se obtuvieron máximas concentraciones de lípidos, proteínas y glucógeno en *C. rhizophorae* de la Laguna de Chacopata y mínimos en las procedentes de las Lagunas de La Restinga y Caroni Swamp.

Los valores de colesterol asociado a las LDL, indicaron diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) en las concentraciones de colesterol, mostrando la formación de tres grupos diferentes de ostras de diversos sistemas de manglares.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente y al Departamento de Química (Núcleo de Sucre) por haber financiado parcialmente esta investigación. A la Dra. Luisa Rojas y la Universidad de West Indies (Trinidad) por la recolección de las muestras de Caroni Swamp.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBEY, M.; CLIFTON, M.; MCMURCHIE, J. & NESTEL, J. 1990. Effect of a high fat cholesterol diet with or without eicosapentanoic acid on plasma lipids, lipoproteins and lipid transfer protein activity in the marmoset. *Atherosclerosis*, 81: 163-174.
- ALEMANY, M. Y FONT, S. 1982. *Prácticas de Bioquímica*. Alhambra. España. 335 pp.
- BIOSEAT, P.; WANG, S.; PERRY, H. & TRIGG, C. 1999. Organic reserves in the midgut gland and fat body of the giant deep-sea isopod *Bathynomus giganteus*. *J. Crustacean Biol.*, 18 (4): 680-685.
- BROWMAN, E. & WOLF, C. 1962. A rapid and specific ultramicro method for total serum cholesterol. *Clinical Chemistry*, 8: 302-309.
- CARDONA, R. Y SOLTERO, Y. 1987. Aterosclerosis al día. *Tribuna Médica Venezolana C.A.*, 1: 578.
- CARMENA, A. 1986. *Temas de Actualización Sobre Colesterol, Lipoproteínas y Aterosclerosis*. Laboratorios Servir, S.A. Argentina. 88 pp.
- D'ARMAS, H. 1993. *Aplicación de la Resonancia Magnética Nuclear de C-13 y de Técnicas Cromatográficas al Estudio de la Composición Lipídica de Tejidos de las Especies Hoplosternum littorale y Pseudoplastystoma fasciatum*. Trabajo de Ascenso. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná, 92 pp.
- DEVLIN, T. 1991. *Bioquímica*. Segunda Edición. Tomo 1. Editorial Reverté, S.A. Barcelona, España. 942 pp.
- GÓMEZ, F.; LUGO-RIVAS, A.; LUGO-MUÑOZ, A.; MONTIEL – MONTIEL, R. Y DE GÓMEZ, B. 1977. Estudio prospectivo sobre lípidos y lipoproteínas séricas en el Estado Zulia. *Acta Cient.Venez.*, 28 (1): 94-98.
- HASSID, W. & ABRAHAN, S. 1957. Chemical Produces for Analysis Polysaccharides. En: *Methods in Enzymology*. Vol. 3. Ed. Cowlick y Kaplan. Acad. Press, New York, pp 34-50.
- IOVINE, E. Y MOLLERACH, E. 1980. *Lípidos y Lipoproteínas en la Clínica*. Editorial Panamericana. 33 pp.
- NOBLE, R. 1968. Electrophoretic separation of plasma lipoproteins in agarose gel. *Journal Lipids Res.*, 9: 693-700.
- OVERTURE, M. & DRYER, R. 1967. *Experiments in Physiology and Biochemistry*. Vol. 2. Academic Press. New York. 1976 pp.
- RAMÍREZ, J. 1985. *Aplicación de la Resonancia Magnética Nuclear de Carbono-13 en el Estudio de Tejidos de Peces*. Trabajo de Pregrado. Departamento de Química, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 131 pp.
- ROBERTS, C. 1992. Atherosclerotic risk factors are there ten, or is there only one. *Atherosclerosis*, 97: S5-S9.

- WALNE, P. 1970. The seasonal variation of meat and glycogen content of seven population of oysters *Ostrea edulis*. Fish Invest., 26 (3): 1-35.
- WINMER, L.; LEMB, R. & TATE, L. 1970. Glycogen Changes During Metamorphosis of *Phormia* Regina. En: Experiments in Physiology and Biochemistry. Vol. 3. Ed. Kerkut. Acad. Press, New York, pp. 395-401.